



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA



FICHA DE COMPONENTE CURRICULAR

COURSE OUTLINE

CÓDIGO / COURSE CODE :		COMPONENTE CURRICULAR / COURSE TITLE : Acionamentos / <i>Electrical Machines and Drives</i>		
UNIDADE ACADÊMICA OFERTANTE / ORGANIZATION : Faculdade de Engenharia Elétrica - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica <i>Faculty of Electrical Engineering - Postgraduate Program in Electrical Engineering</i>				SIGLA / ACRONYM : FEELT - PPGEELT
CH TOTAL TEÓRICA / LECTURE HOURS : 45 horas / hours	CH TOTAL PRÁTICA / LABORATORY HOURS : 0 horas / hours	CH TOTAL / TOTAL HOURS : 45 horas / hours	CRÉDITOS / CREDITS : 3	TIPO / TYPE: Optativa / Elective
Curso / Degree : Mestrado e Doutorado / <i>Master and PhD</i>		Requisito / Requirement : Sem requisitos / <i>No Requirements</i>		

1. OBJETIVOS / STUDY GOALS

Ao final do curso o aluno será capaz de:

1. Modelar as máquinas elétricas de corrente alternada convencionais, tais como máquinas de indução e máquinas síncronas a imã permanente.
2. Distinguir e classificar as diversas técnicas de acionamento atuais empregadas em acionamentos com máquinas de corrente alternada.
3. Selecionar as técnicas mais adequadas para determinadas aplicações, e conhecer as tendências de desenvolvimento futuro dessas técnicas.

The study goals are:

1. Develop mathematical modeling for AC electrical machines, covering induction machines and permanent magnet synchronous machines.
2. Distinguish and classify the different techniques used in AC machines and drives.
3. Select the most suitable techniques for specific applications and gain knowledge about future trends in the development of these techniques.

2. EMENTA / COURSE CONTENTS

Modelagem matemática e acionamentos de máquinas AC.

Mathematical modeling and drives of AC machines.

3. PROGRAMA / PROGRAM

1. Modelagem matemática de máquina de corrente alternada convencionais e a imã permanente.

- 1.1. A modelagem em dois eixos ortogonais d-q-0.
- 1.2. Modelagem generalizada em sistema de referência arbitrário.
- 1.3. Conjugado eletromagnético.
- 1.4. Derivação de modelos comumente usados.
- 1.5. Fluxos enlaçados como variáveis de estado.
- 1.6. Simulação dinâmica.
- 1.7. Equações de pequenos sinais para motores de indução.
- 1.8. Avaliação das características de controle da máquina de indução.
- 1.9. Modelagem no domínio de vetores espaciais.

2. Controle Vetorial de Motores de Indução.

- 2.1. Introdução.
- 2.2. Princípio do controle vetorial.
- 2.3. Controle vetorial direto.
- 2.4. Derivação do esquema para controle vetorial indireto.
- 2.5. Implementação do controle vetorial indireto.
- 2.6. Fluxograma para computação dinâmica.
- 2.7. Sensibilidade paramétrica.
- 2.8. Compensação paramétrica.
- 2.9. Desempenho e aplicações.

3. Controle de velocidade de Motores Síncronos a imã permanente.

- 3.2. Introdução.
- 3.3. Características de imãs permanentes.
- 3.4. Máquinas síncronas com imãs permanentes.
- 3.5. Controle vetorial do motor síncrono a imã permanente.
- 3.6. Estratégias de controle.
- 3.7. Operação com enfraquecimento de fluxo.
- 3.8. Projeto do controlador de velocidade.
- 3.9. Aplicações.

1. Mathematical modeling of AC machines (induction machines and permanent magnet synchronous machines).

- 1.1. Modeling in two orthogonal axes d-q-0.
- 1.2. Modeling in arbitrary reference system.
- 1.3. Electromagnetic conjugate.
- 1.4. Derivation of commonly used models.
- 1.5. Linked flows as state variables.
- 1.6. Dynamic simulation.
- 1.7. Small signal equations for induction motors.
- 1.8. Evaluation of induction machine control characteristics.
- 1.9. Modeling in the space vector domain.

2. Vector Control of Induction Motors.

- 2.1. Introduction.
- 2.2. Vector control principle.
- 2.3. Direct vector control.
- 2.4. Derivation of the scheme for indirect vector control.
- 2.5. Implementation of indirect vector control.
- 2.6. Flowchart for Dynamic Computing.
- 2.7. Parametric sensitivity.
- 2.8. Parametric compensation.
- 2.9. Performance and applications.

3. Speed control of permanent magnet synchronous motors.

- 3.1. Introduction.
- 3.2. Characteristics of permanent magnets.
- 3.3. Synchronous machines with permanent magnets.
- 3.4. Vector control of permanent magnet synchronous motor.
- 3.5. Control strategies.
- 3.6. Operation with flux weakening.
- 3.7. Speed controller design.
- 3.8. Applications.

4. BIBLIOGRAFIA BÁSICA / TEXT BOOK

1. FILIZADEH, S. **Electric Machines And Drives: Principles, Control, Modeling, and Simulation**. 1. ed. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013. 237 p. ISBN 978-1-4665-9942-0. (eBook).
2. BIM, Edson. **Máquinas Elétricas e Acionamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. ISBN 978-85-352-5923-0. (Em Português).

1. FILIZADEH, S. **Electric Machines And Drives: Principles, Control, Modeling, and Simulation**. 1. ed. Boca Raton, FL: CRC Press Taylor & Francis Group, 2013. 237 p. ISBN 978-1-4665-9942-0. (eBook).
2. BIM, Edson. **Máquinas Elétricas e Acionamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. ISBN 978-85-352-5923-0. (Em Português).

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR / ADDITIONAL READING

1. KRISHNAN, R. **Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control**. 1. ed [S./]: Prentice Hall, 2001. ISBN: 0-13-0910147.
2. KRAUSE, Paul; WASYNCZUK, O.; SUDHOFF, Scott; PEKAREK, Steven. **Analysis of Electric Machinery and Drive Systems**. 3. ed. [S./]: John Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-1-118-02429-4.
3. BOLDEA, Ion; TUTELEA, Lucian. **Electric Machines: Transients, Control Principles, Finite Element Analysis, and Optimal Design with MATLAB®**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. 454 p. ISBN 9781003216018. (eBook).
4. VAS, P. **Vector Control of AC Machines**. 1. ed. Oxford: Clarendon Press, 1996.
5. SLEMON, G. R. **Electric Machines and Drives**. 1. ed. [S./]: Addison Wesley, 1992. 575 p. ISBN:0-201-57885-9.

1. KRISHNAN, R. **Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control**. 1. ed [S./]: Prentice Hall, 2001. ISBN: 0-13-0910147.
2. KRAUSE, Paul; WASYNCZUK, O.; SUDHOFF, Scott; PEKAREK, Steven. **Analysis of Electric Machinery and Drive Systems**. 3. ed. [S./]: John Wiley & Sons, 2013. ISBN: 978-1-118-02429-4.
3. BOLDEA, Ion; TUTELEA, Lucian. **Electric Machines: Transients, Control Principles, Finite Element Analysis, and Optimal Design with MATLAB®**. 2. ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2021. 454 p. ISBN 9781003216018. (eBook).
4. VAS, P. **Vector Control of AC Machines**. 1. ed. Oxford: Clarendon Press, 1996.
5. SLEMON, G. R. **Electric Machines and Drives**. 1. ed. [S./]: Addison Wesley, 1992. 575 p. ISBN:0-201-57885-9.

6. APROVAÇÃO / APPROVAL

Ficha de Disciplina homologada na 366ª Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.
Curricular Component approved at 366th Regular Board Meeting of the Postgraduate Program in Electrical Engineering.

PROF. DR. LUIZ CARLOS GOMES DE FREITAS
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica
Head of the Postgraduate Program in Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 3675, de 30 de Junho de 2023

PROF. DR. SÉRGIO FERREIRA DE PAULA SILVA
Diretor da Faculdade de Engenharia Elétrica
Director of the Faculty of Electrical Engineering
Portaria de Pessoal UFU Nº 1225, de 31 de Março de 2021



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Carlos Gomes de Freitas, Coordenador(a)**, em 02/02/2024, às 13:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5153303** e o código CRC **E51DF586**.